

MICOTOXINAS EN ALIMENTACIÓN ANIMAL: ¿ES POSIBLE REDUCIR SU EFECTO MEDIANTE LA ADICIÓN DE ADSORBENTES A LOS PIENSOS?

Estos compuestos representan una estrategia eficaz para el control y la descontaminación de las micotoxinas en los piensos, aunque necesitan adaptarse a los retos actuales.

P. Vila-Donat, S. Marín, V. Sanchis, A. J. Ramos.

Unidad de Micología Aplicada, Departamento de Tecnología de Alimentos, Universitat de Lleida, UTPV-XaRTA, Agrotecnio, ajramos@tecal.udl.cat

INTRODUCCIÓN

La alimentación animal juega un papel muy importante en la cadena alimentaria, ya que repercute en la salud del animal y en la composición y calidad de los alimentos derivados de los mismos. La contaminación por micotoxinas afecta a gran cantidad de materias primas, piensos y forrajes utilizados en alimentación animal. Su impacto en el sector agropecuario engloba tanto el coste de eliminación de los piensos contaminados, como la reducción en la productividad de los animales y el incremento en los costes de atención veterinaria. Por otro lado, cabe destacar el enorme riesgo que representa para la salud pública la presencia de micotoxinas en los productos derivados de los animales. Son necesarias estrategias eficaces y legales para el control y la descontaminación de las micotoxinas en los piensos. La incorporación de adsorbentes en la ración de los animales de granja es una de ellas.

PRINCIPALES MICOTOXINAS EN ALIMENTACIÓN ANIMAL

La mayoría de las micotoxinas (metabolitos secundarios fúngicos) que se consideran importantes en producción animal son producidas principalmente por algunas especies de mohos pertenecientes a los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*. La tabla muestra las micotoxinas más importantes, con las principales especies fúngicas productoras y las materias primas afectadas.

Los mohos toxigénicos pueden infectar las plantas en el campo y producir micotoxinas antes de la cosecha. Tras la misma, también pueden contaminar el grano y producir micotoxinas en las etapas posteriores como el secado, ensilaje, transporte y almacenamiento. A menudo, las plantas se ven colonizadas en el campo por varios mohos diferentes a la vez y muchos de ellos son capaces de producir más de una micotoxina (Marín *et al.*, 2013). La contaminación fúngica de los granos es un problema a nivel mundial, especialmente porque los cereales utilizados para la alimentación de los animales se importan y exportan frecuentemente a través de todo el mundo (Zulkifli y Zakaria, 2017).



Dinuvet y Denkavit unen sus fuerzas para crear Denkavit Ibérica

Creciendo juntos

Denkavit Group y Dinuvet unen sus fuerzas y su experiencia para tener mayor presencia en el mercado español como Denkavit Ibérica.

Después de años de colaboración, han decidido unir sus actividades en el sector de la nutrición para animales jóvenes en España y Portugal.

¡Pruébanos y crece con Denkavit Ibérica!

Dinuvet

DENKAVIT
CRECIENDO JUNTOS

WWW.DENKAVIT.COM

¿CÓMO LLEGAN LAS MICOTOXINAS A LOS PRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL?

Las micotoxinas pueden aparecer a lo largo de toda la cadena alimentaria, desde los cultivos en el campo hasta los alimentos procesados. No obstante, los cereales son los alimentos en los que con mayor frecuencia se han detectado concentraciones importantes de micotoxinas. Los cereales, especialmente maíz,

trigo y cebada, constituyen una parte importante de las raciones de los animales y son ingredientes fundamentales en la composición de los piensos (Pinotti et al., 2016). Cuando un animal de granja ingiere piensos contaminados con micotoxinas, puede producirse su bioacumulación en diversos tejidos o pueden excretarse a través de la leche o los huevos, llegando entonces al ser humano por el consumo de estos productos o sus derivados (ver figura). Por otra parte,

Principales micotoxinas en materias primas para piensos		
Micotoxina	Especies productoras	Materias primas afectadas
Aflatoxinas B₁, B₂, G₁ y G₂	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>Aspergillus parasiticus</i>	Cereales y derivados (principalmente maíz)
Ocratoxina A	<i>Aspergillus ochraceus</i> , <i>Aspergillus steynii</i> , <i>Aspergillus westerdijkiae</i> , <i>Aspergillus carbonarius</i> , <i>Penicillium verrucosum</i> , <i>Penicillium nordicum</i>	Cereales y derivados (principalmente trigo y arroz)
Fumonisin B₁, B₂ y B₃	<i>Fusarium verticillioides</i> , <i>Fusarium proliferatum</i> , <i>Fusarium nygmai</i>	Cereales y derivados (principalmente maíz)
Zearalenona	<i>Fusarium graminearum</i> , <i>Fusarium culmorum</i> , <i>Fusarium incarnatum</i> , <i>Fusarium sporotrichioides</i>	Todos los cereales y derivados
Deoxinivalenol	<i>Fusarium graminearum</i> , <i>Fusarium culmorum</i> , <i>Fusarium sporotrichioides</i>	Todos los cereales y derivados

Fuente: adaptado de Vila-Donat et al., 2018.

Algimun®

Inmunidad gracias a las algas

 **Mayor resistencia**
a los desafíos

 **Rendimiento optimizado**

 **Asociación única**
de extractos de macroalgas
biológicamente activos [MSP®]



Thanks
to algae!

no todos los animales se ven igualmente afectados por la ingestión de micotoxinas, ya que el efecto de estas toxinas es dependiente de especie. Por ejemplo, las aflatoxinas (AFs) son muy tóxicas para aves, mientras que la zearalenona (ZEN) es especialmente perjudicial en el caso del ganado porcino.

Es bien sabido que la ingestión de piensos y forrajes contaminados con aflatoxina B₁ (AFB₁) incide en la presencia de aflatoxina M₁ (AFM₁, metabolito del proceso de hidroxilación de la AFB₁ en el hígado) en la leche (Campagnollo *et al.*, 2016). También se ha descrito en diferentes trabajos la presencia de ocratoxina A (OTA) en derivados cárnicos del cerdo (Denli y Perez, 2010). Estas micotoxinas, clasificadas como peligros químicos de origen biológico, pueden causar daños a la salud de las personas y animales. De hecho, las AFs se han clasificado en el grupo 1 (carcinogénicas para humanos) según la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC), mientras que la AFM₁, la OTA y las fumonisinas (FBs) se encuentran en el grupo 2B, como posiblemente carcinogénicas para humanos.

¿CUÁL ES LA SITUACIÓN ACTUAL?

Actualmente la normativa de la Unión Europea (UE) en alimentación animal sólo legisla la AFB₁, con límites máximos de 5 a 20 µg/kg, según el tipo y destino del pienso. Para el resto de micotoxinas solo

hay recomendaciones sobre la presencia de ZEN, FBs, OTA, deoxinivalenol (DON) y toxinas T-2 y HT-2 en piensos para animales. Por otro lado, Europa ha establecido límites máximos para la AFM₁ en leche (0,025-0,05 µg/kg), lo cual implica un control estricto del contenido de AFB₁ en los piensos y forrajes para ganado lechero (Vila-Donat *et al.*, 2018).

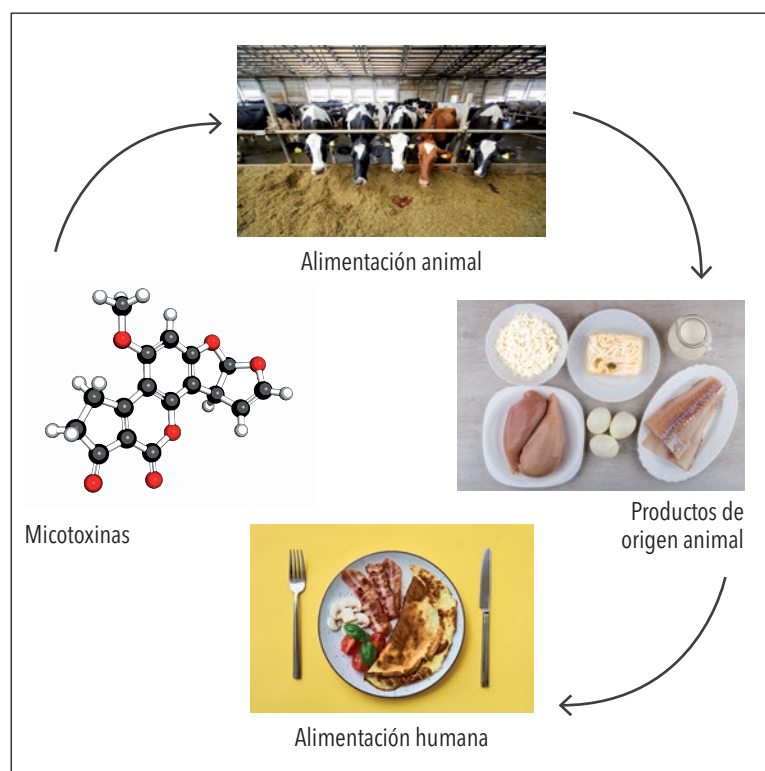
Un porcentaje muy elevado de ingredientes y materias primas para piensos están contaminados con más de una micotoxina, principalmente aquellas producidas por especies de *Fusarium*, como DON, ZEN y FBs. Aunque ocasionalmente se siguen encontrando lotes con concentraciones muy altas de micotoxinas, en general los niveles encontrados de estas toxinas no exceden los niveles recomendados por la UE (Pinotti *et al.*, 2016). Sin embargo, los animales de granja (aves de corral, cerdos, rumiantes) a menudo muestran síntomas de micotoxicosis crónica, incluso cuando las concentraciones de micotoxinas consideradas de forma individual en los piensos no superan los valores máximos recomendados (Wielogórska *et al.*, 2016). Esto puede ser debido a la coexistencia de cantidades relativamente pequeñas de varias toxinas, lo que puede generar la aparición de efectos sinérgicos inesperados (Smith *et al.*, 2016).

Por otra parte, la UE prohíbe aplicar tratamientos químicos para descontaminar los piensos contaminados con micotoxinas, debido al peligro de formación de subproductos que presenten todavía una cierta toxicidad, así como diluir los piensos con otros no contaminados para disminuir la contaminación con micotoxinas. Afortunadamente, desde 2009 se permite la adición de agentes detoxificantes a los piensos, los cuales se definen como "sustancias que pueden suprimir o reducir la absorción, promover la excreción o modificar el modo de acción de las micotoxinas". Cabe señalar que estos aditivos, adsorbentes o bio-transformadores, pueden ser adicionados únicamente cuando los piensos presentan una contaminación de micotoxinas que no supera los niveles permitidos.

ADSORBENTES COMO ESTRATEGIA DE DETOXIFICACIÓN DE PIENSOS

A pesar del uso de técnicas de prevención en el campo o durante el almacenamiento, parece imposible evitar completamente la presencia de micotoxinas en las raciones de los animales. Una posible solución para reducir el efecto tóxico de las micotoxinas en los animales es la inclusión de agentes adsorbentes en los piensos. Estos adsorbentes pueden ser de origen mineral u orgánico (Jard *et al.*, 2011).

Los adsorbentes inorgánicos, como los aluminosilicatos (bentonitas y algunas zeolitas) han demos-



Entrada de las micotoxinas en la cadena alimentaria a través de alimentos de origen animal.



Máxima protección
frente a
contaminación
por varias
micotoxinas



¡Máxima protección!

Una Buena salud es la clave para tener una producción porcina rentable y duradera. Esto es especialmente crítico en cerdas gestantes, lechones y machos reproductores, que son más duramente afectados por las micotoxinas del pienso comparado con los cerdos de cebo. Con UNIKE[®] PLUS, la salud y el rendimiento de estos cerdos tan sensibles, están garantizados.

Los beneficios de UNIKE[®] PLUS:

- ✓ La mejor solución frente contaminaciones múltiples en el pienso.
- ✓ Refuerzo óptimo del funcionamiento de los sistemas inmunitario, reproductivo y digestivo bajo condiciones de producción intensivas.
- ✓ Permite al hígado, tracto gastro-intestinal, riñones y otros órganos a funcionar correctamente sin interferencias de las micotoxinas.
- ✓ Mantiene altos niveles de fertilidad y de rendimiento general.

trado una amplia eficacia adsorbiendo AFs, y en menor medida otras micotoxinas como ZEN y FBs (Vila-Donat *et al.*, 2018). Las bentonitas se adicionan a la dieta de los animales (principalmente de cerdos, aves y rumiantes) y en el tracto digestivo del animal se unen a las micotoxinas presentes en los piensos contaminados sin disociarse, lo que limita su biodisponibilidad después de la ingestión, disminuyendo la exposición de los animales a las micotoxinas. De esta manera, el complejo micotoxina-bentonita pasa a través del animal y es eliminado con las heces. Por otro lado, los adsorbentes orgánicos (paredes celulares de levaduras, fibras micronizadas o bio-sorbentes como el orujo de uva) han demostrado su efectividad frente a un amplio espectro de micotoxinas (FBs, ZEN, OTA) (Avantaggiato *et al.*, 2014), mientras que algunos β -glucanos y/o mananos, y polímeros sintéticos (colestiramina) se han identificado como posibles adsorbentes de DON (Faucet-Marquis *et al.*, 2014).

Hasta la fecha, la mayoría de los estudios de adsorción *in vitro* con adsorbentes se han centrado en probar la eficacia adsorbente frente a una única micotoxina, que en la mayoría de los casos ha sido AFB₁. Además, gran parte de los estudios se han realizado con niveles de micotoxina muy por encima de los actualmente permitidos en alimentación animal. Por otra parte, hay pocos estudios en los que se hayan utilizado modelos gastrointestinales (con jugos fisiológicos, a diferentes pH) y son escasos los que han ensayado la capacidad de adsorción frente a varias micotoxinas a la vez. Sin embargo, la realidad es que lo más frecuente es que los piensos se encuentren contaminados por más de una micotoxina, lo que genera discrepancias entre las pruebas *in vitro* e *in vivo*.

Respecto a los estudios *in vivo*, son pocos los realizados hasta la fecha, probablemente debido a la larga duración y los altos costes de los experimentos, sobre todo con vacas y cerdos. Además, las concentraciones de adsorbente y micotoxina utilizadas en los ensayos son muy variables, y en la mayoría de los casos exceden con creces los niveles máximos, dada la difi-

cultad de encontrar piensos naturalmente contaminados con los niveles deseados. Los datos disponibles indican que la eficacia de la unión adsorbente-toxina depende del nivel y tipo de micotoxina, del tiempo de exposición, el tipo y la dosis de adsorbente, así como de la especie y el estado fisiológico del animal. Sin embargo, diferentes estudios coinciden en que la combinación de las propiedades de diferentes tipos de adsorbentes (de origen mineral, orgánico y sintético) podría adaptarse mejor a los casos de piensos multicontaminados (Vila-Donat *et al.*, 2018).

CONCLUSIONES Y RETOS DE FUTURO A ABORDAR

La coexistencia de diferentes micotoxinas en los piensos determina enormes pérdidas en el sector ganadero y representa un riesgo para la salud humana. Los adsorbentes ofrecen una solución al desafío de la contaminación de los piensos por micotoxinas, aunque se han de adaptar a las demandas actuales. El adsorbente ideal debería ser incorporado en concentraciones muy bajas y ser capaz de adsorber varias micotoxinas simultáneamente. También debería ser capaz de contrarrestar los efectos tóxicos de las micotoxinas que coexisten en la alimentación animal sin interactuar con los nutrientes (vitaminas y minerales) del pienso. El análisis de biomarcadores de micotoxinas, con técnicas analíticas muy sensibles, es ahora la clave para demostrar la total eficacia de los adsorbentes y, por tanto, uno de los retos a abordar en este campo. ●

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación aportada por el Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO) del Gobierno de España (proyectos AGL2014-55379 y AGL2017-87755-R), y por el MINECO y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional de la Unión Europea (proyecto RTC-2015-3508-2 "Una forma de hacer Europa", proyecto con el objetivo de "Promover el desarrollo tecnológico, la innovación y una investigación de calidad").

BIBLIOGRAFÍA

- Avantaggiato, G., Greco, D., Damascelli, A., Solfrizzo, M. y Visconti, A. (2014). Assessment of multi-mycotoxin adsorption efficacy of grape pomace. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62, pp. 497-507.
- Campagnollo, F.B., Ganey, K.C., Khaneghah, A.M., Portela, J.B., Cruz, A.G., Granato, D., Corassin, C.H., Oliveira, C.A.F. y Sant'Ana, A.S. (2016). The occurrence and effect of unit operations for dairy products processing on the fate of aflatoxin M1: A review. *Food Control*, 68, pp. 310-329.
- Denli, M. y Perez, J.F. (2010). Review. Ochratoxins in Feed, a Risk for Animal and Human Health: Control Strategies. *Toxins* 2, 1065-1077.
- Faucet-Marquis, V., Joannis-Cassan, C., Hadjeba-Medjdoub, K., Ballet, N. y Pfohl-Leszkowicz, A. (2014). Development of an *in vitro* method for the prediction of mycotoxin binding on yeast-based products: case of aflatoxin B1, zearalenone and ochratoxin A. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 98, pp. 7583-7596.
- Jard, G., Liboz, T., Mathieu, F., Guyonvarc'h, A. y Lebrihi, A. (2011). Review of mycotoxin reduction in food and feed: From prevention in the field to detoxification by adsorption or transformation. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 28, pp. 1590-1609.
- Marin, S., Ramos, A.J., Cano-Sancho G. y Sanchis V. (2013). Mycotoxins: Occurrence, toxicology, and exposure assessment. *Food and Chemical Toxicology*, 60, pp. 218-237.
- Pinotti, L., Ottoboni, M., Giromini, C., Dell'Orto, V. y Cheli, F. (2016). Mycotoxin Contamination in the EU Feed Supply Chain: A Focus on Cereal Byproducts. *Toxins*, 8, 45.
- Smith, M.C., Madec, S., Coton, E. y Hymery, N. (2016). Natural co-occurrence of mycotoxins in foods and feeds and their *in vitro* combined toxicological effects. *Toxins*, 8, pp. 94-130.
- Vila-Donat, P., Marín, S., Sanchis, V. y Ramos, A.J. (2018). A review of the mycotoxin adsorbing agents, with an emphasis on their multi-binding capacity, for animal feed decontamination. *Food and Chemical Toxicology*, 114, pp. 246-259.
- Wielogórska, E., MacDonald, S. y Elliot C.T. (2016). A review of the efficacy of mycotoxin detoxifying agents used in feed in light of changing global environment and legislation. *World Mycotoxin Journal*, 9, pp. 419-433.
- Zulkifli, N.A. y Zakaria, L. (2017). Morphological and molecular diversity of *Aspergillus* from corn grain used as livestock feed. *HAYATI Journal of Biosciences*, 24, pp. 26-34.